

⑩ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

⑩ DE 100 58 130 A 1

⑥ Int. Cl.<sup>7</sup>:

F 02 M 45/12

F 02 M 63/00

⑦1 Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

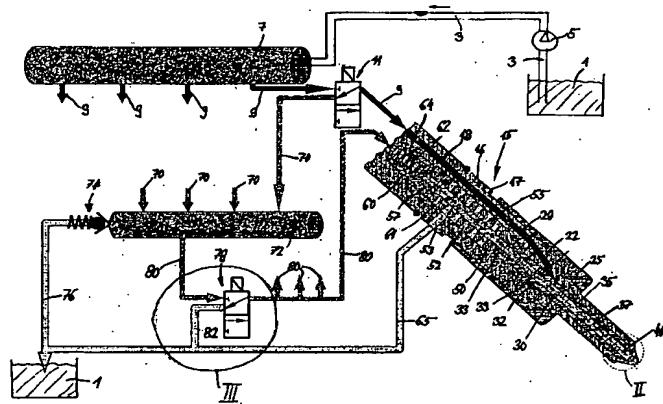
⑦2 Erfinder:

Potz, Detlev, Dr., 70193 Stuttgart, DE; Kuegler, Thomas, 70825 Korntal-Münchingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Kraftstofffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

⑤7 Kraftstofffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Hochdrucksammelraum (7), in dem Kraftstoff unter hohem Druck anliegt, mit wenigstens einem Kraftstofffeinspritzventil (15), das mit dem Hochdrucksammelraum (7) verbunden ist. Durch das Kraftstofffeinspritzventil (15) kann der unter hohem Druck stehende Kraftstoff durch Einspritzöffnungen (41, 42) in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden. Das Kraftstofffeinspritzventil (15) weist einen Steuerraum (62) auf, der durch einen längsvorschiebbaren Kolben (60) begrenzt wird und mit dem Kraftstofffeinspritzventil (15) wirkverbunden ist, so daß der Einspritzquerschnitt des Kraftstofffeinspritzventils (15) abhängig vom hydraulischen Druck im Steuerraum (62) gesteuert wird. Es ist ein Niederdrucksammelraum (72) vorhanden, der mit dem Steuerraum (62) verbindbar ist, wobei im Niederdrucksammelraum (72) ein vorgegebener Kraftstoffdruck aufrecht erhalten wird, der niedriger ist als der im Hochdrucksammelraum (7) (Fig.1).



DE 100 58 130 A 1

DE 100 58 130 A 1

BEST AVAIL ARLE COPY

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen aus, wie es aus der Offenlegungsschrift DE 41 15 477 A1 bekannt ist. In dieser Schrift wird ein Kraftstoffeinspritzsystem gezeigt, das ein Kraftstoffeinspritzventil umfaßt, welches einen Ventilkörper aufweist. Im Ventilkörper ist eine Bohrung ausgebildet, in der eine Hohlnadel geführt ist. Die Hohlnadel weist eine Druckschulter auf und ist auf Höhe der Druckschulter von einem durch eine radiale Erweiterung der Bohrung gebildeten Druckraum umgeben, der mit einer Kraftstoffhochdruckquelle verbunden ist. Die Hohlnadel weist an ihrem brennraumseitigen Ende eine Dichtfläche auf, die an einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung ausgebildeten Ventilsitz anliegt. Die Hohlnadel wird von einer Feder in Richtung des Ventilsitzes mit einer Schließkraft beaufschlagt und verharrt so bei drucklosem Zustand im Druckraum in der Schließstellung, in der sie eine erste Reihe von Einspritzöffnungen, die im Ventilsitz ausgebildet ist, verdeckt. In der Hohlnadel ist eine Innennadel geführt, die ebenfalls an ihrem brennraumseitigen Ende eine Dichtfläche aufweist und am Ventilsitz anliegt. Die Innennadel wird hierbei ebenfalls von einer Feder in Richtung auf den Ventilsitz gedrückt und verbleibt so, wenn keine Einspritzung von Kraftstoff stattfinden soll, in Anlage am Ventilsitz und verschließt so eine zweite Reihe von Einspritzöffnungen, die ebenfalls am Ventilsitz ausgebildet sind und die stromabwärts zu der ersten Reihe von Einspritzöffnungen angeordnet sind. Die Innennadel geht an ihrem brennraumabgewandten Ende in eine Kolbenstange über, die die Innennadel in axialer Richtung mit einem Kolben verbindet, der einen Steuerraum begrenzt, in der Art, daß durch einen entsprechenden Druck im Steuerraum eine Kraft auf den Kolben und damit über die Kolbenstange auch auf die Innennadel in Schließrichtung erzeugt werden kann. Über eine Stelleinrichtung kann der Kraftstoffdruck, der im Falle einer Einspritzung in den Druckraum geleitet wird, auch in den Steuerraum geleitet werden, so daß dort ein hoher Kraftstoffdruck anliegt. Ist dies der Fall, so wird die Innennadel mit einer hohen Kraft in Schließstellung beaufschlagt, so daß durch den Kraftstoffdruck im Druckraum nur die Hohlnadel durch die Kraft auf die Druckfläche entgegen der Schließkraft in Öffnungsrichtung bewegt wird und die erste Reihe von Einspritzöffnungen freigibt. Eine am brennraumseitigen Ende der Innennadel ausgebildete Druckfläche wird zwar jetzt vom Kraftstoffhochdruck des Druckraums beaufschlagt, jedoch wirkt dieser hydraulischen Öffnungskraft die hydraulische Kraft des Steuerraums entgegen, so daß die Innennadel in Schließstellung verharrt. Da in dieser Betriebsart nur ein Teil der Einspritzöffnungen aufgesteuert wird, ergibt sich eine Einspritzung mit geringem Querschnitt, so daß nur eine geringe Menge eingespritzt wird, jedoch mit entsprechend hohem Kraftstoffdruck. Soll eine Einspritzung mit dem vollen Einspritzquerschnitt erfolgen, so wird über die Steuereinrichtung der Steuerraum von der Hochdruckleitung getrennt, so daß er in einen Leckölraum entlastet wird. Auf die Innennadel wirkt jetzt nur noch die geringere Kraft der Schließfeder, so daß bei einem entsprechend hohen Druck im Druckraum zuerst die Hohlnadel in Öffnungsstellung fährt und anschließend durch die hydraulische Kraft auf die Druckfläche der Innennadel auch die Innennadel in Öffnungsrichtung verfährt und so auch die zweite Reihe von Einspritzöffnungen freigibt.

[0002] Bei dem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem tritt jedoch der Nachteil auf, daß als Steuerdruck ausschließlich

der Hochdruck, der auch für die Einspritzung verwendet wird, zur Verfügung steht. Hierdurch müssen der Steuerraum und alle dorthin führenden Leitungen und die Stelleinrichtung entsprechend hochdrucktauglich ausgebildet werden. Bei den heute üblichen Einspritzsystemen, die einen Hochdrucksammelraum benutzen, ein sogenanntes "common rail", betragen die Einspritzdrücke zum Teil deutlich über 100 MPa, so daß an die Mechanik der Stelleinrichtung, des Steuerraums und des dort geführten Kolbens hohe Anforderungen gestellt werden, was diese Einrichtungen aufwendig und entsprechend teuer macht. Außerdem ergeben sich Pumpverluste beim Entlasten des Steuerraums. Zudem muß pro Einspritzventil ein Steuerventil für den Druck im Steuerraum vorhanden sein.

15

## Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzsystem mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß jedes Kraftstoffeinspritzventil des Kraftstoffeinspritzsystems einen Steuerraum aufweist, der mit einem Niederdrucksammelraum verbindbar ist. Der Steuerraum wird durch einen Kolben begrenzt, der abhängig vom Druck im Steuerraum den Einspritzquerschnitt des Kraftstoffeinspritzventils steuert, so daß sich über die Verbindung des Niederdrucksammelraums mit dem Steuerraum mittels eines im Vergleich zum Druck im Hochdrucksammelraum niedrigem Druck der Einspritzquerschnitt steuern läßt.

[0004] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung wird der Niederdrucksammelraum durch den Kraftstoffdruck im Kraftstoffeinspritzventil mit Kraftstoff versorgt. Hierdurch ist zwischen dem Hochdrucksammelraum, der den Kraftstoff mit Einspritzdruck liefert, dem Kraftstoffeinspritzventil und dem Niederdrucksammelraum ein Hochdruckventil angeordnet, das als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist. In einer ersten Stellung verbindet das Hochdruckventil den im Ventilkörper ausgebildeten Druckraum mit dem Niederdrucksammelraum, während die Verbindung zum Hochdrucksammelraum unterbrochen ist. In einer zweiten Stellung des Hochdruckventils wird der Hochdrucksammelraum mit dem Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils verbunden, während die Verbindung zum Niederdrucksammelraum unterbrochen ist. Während einer Einspritzung liegt der volle Einspritzdruck des Hochdrucksammelraums im Druckraum an, d. h. das Hochdruckventil befindet sich in seiner zweiten Stellung. Soll die Einspritzung beendet werden, so schaltet das Hochdruckventil, und die Entlastung des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffs im Druckraum erfolgt in den Niederdrucksammelraum. Hierdurch wird dort ein Kraftstoffdruck aufgebaut, der mittels eines Druckhalteventils auf einem vorgegebenen Niveau gehalten wird. Auf diese Weise kann ein vorgegebenes Kraftstoffdruckniveau im Niederdrucksammelraum gehalten werden, ohne daß eine separate Druckquelle erforderlich wäre, beispielsweise in Form einer zusätzlichen Kraftstoffpumpe.

[0005] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung kann über ein Steuerventil der Druck des Niederdrucksammelraums in den Steuerraum gegeben werden oder es kann der Steuerraum in einen Kraftstoffbehälter entlastet werden. Aufgrund des relativ geringen Drucks im Niederdrucksammelraum kann das Steuerventil, mit dem der Steuerraum angesteuert wird, als Niederdruckventil ausgeführt sein, was weit weniger aufwendig ist als ein Steuerventil für sehr hohe Kraftstoffdrücke. Ebenso ist es ausreichend, wenn alle Leitungen vom Niederdrucksammelraum lediglich auf diesen niedrigen Druck ausgelegt

sind. Ebenso kann der Steuerraum und der darin geführte Kolben entsprechend weniger aufwendig gefertigt sein.  
**[0006]** In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist in der Leckölleitung, über die das Niederdruckventil mit dem Steuerraum verbindbar ist, ein Druckhalteventil angeordnet. Auf diese Weise bleibt stets ein gewisser Kraftstoffdruck, der jedoch niedriger ist als der Druck im Niederdrucksammelraum, im Steuerraum erhalten. Dieser Restdruck im Steuerraum kann als sogenannte Ölgefeder dienen, die stets über die hydraulische Kraft auf den Kolben eine Schließkraft auf die entsprechende Ventilnadel ausübt. Es kann somit auf eine Schließfeder verzichtet werden, die normalerweise benötigt wird, die Ventilnadel, die mit dem Kolben verbunden ist, stets mit einer Schließkraft zu beaufschlagen.

**[0007]** Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

### Zeichnung

**[0008]** In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfundungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems dargestellt. Es zeigt

**[0009]** Fig. 1 ein Kraftstoffeinspritzsystem im schematischen Aufbau zusammen mit einem Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt,

**[0010]** Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung im Sitzbereich des Kraftstoffeinspritzventils und

**[0011]** Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels des Kraftstoffeinspritzsystems im Bereich des Niederdruckventils.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

**[0012]** In Fig. 1 ist ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen schematisch dargestellt, wobei ein Kraftstoffeinspritzventil 15 im Längsschnitt gezeigt ist und die übrigen Komponenten des Kraftstoffeinspritzsystems in schematischer Darstellung. Aus einem Kraftstoffbehälter 1 wird über eine Kraftstoffleitung 3 Kraftstoff einer Hochdruckpumpe 5 zugeführt und von dieser über die Kraftstoffleitung 3 weiter einem Hochdrucksammelraum 7 zugeführt. Durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Regeleinrichtung ist sichergestellt, daß im Hochdrucksammelraum 7 stets ein vorgegebenes hohes Kraftstoffdruckniveau aufrechterhalten bleibt. Vom Hochdrucksammelraum 7 führen Hochdruckleitungen 9 ab, die jeweils mit einem Kraftstoffeinspritzventil 15 verbindbar sind. Von diesen Kraftstoffeinspritzventilen 15 ist in der Fig. 1 nur eines gezeigt. Die Hochdruckleitung 9 ist mit einem Hochdruckventil 11 verbunden, das als 3/2-Wegeventil ausgeführt ist. Vom Hochdruckventil 11 führt die Hochdruckleitung 9 weiter zum Kraftstoffeinspritzventil 15. Das Kraftstoffeinspritzventil 15 weist ein Gehäuse 16 auf, das aus einem Ventilhaltekörper 17, einer Zwischenscheibe 20 und einem Ventilkörper 22 besteht, wobei der Ventilkörper 22 unter Zwischenlage der Zwischenscheibe 20 mittels einer Spannmutter 25 in axialer Richtung gegen den Ventilhaltekörper 17 verspannt ist. Im Ventilkörper 22 ist eine Bohrung 30 ausgebildet, in der eine Ventilnadel in Form einer Hohladel 35 längsvorschreibbar geführt ist. Am brennraumseitigen Ende der Bohrung 30 ist ein Ventilsitz 46 ausgebildet, in dem zwei in axialer Richtung zueinander versetzte Reihen von Einspritzöffnungen 41, 42 ausgebildet sind. Eine Reihe von Einspritzöffnungen 41, 42 besteht hierbei aus mehreren Einspritzöffnungen, die vorzugsweise gleichmäßig über den Umfang des Ventilkörpers 22 verteilt angeordnet sind. Fig. 2 zeigt eine vergrö-

ßerte Darstellung von Fig. 1 im Bereich des Ventilsitzes 46. Die Hohladel 35 ist in einem brennraumabgewandten Abschnitt in der Bohrung 30 dichtend geführt und verjüngt sich dem Brennraum zu unter Bildung einer Druckschulter 39, die als Druckfläche dient. Am brennraumseitigen Ende geht die Hohladel 35 in eine äußere Dichtfläche 45 über, die im wesentlichen konisch ausgebildet ist, so daß am Übergang der Außenmantelfläche der Hohladel 35 zur Dichtfläche 45 eine äußere Dichtkante 43 ausgebildet ist, die in Schließstellung der Hohladel 35 am Ventilsitz 46 anliegt. Auf Höhe der Druckschulter 39 ist durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 ein Druckraum 32 im Ventilkörper 22 ausgebildet, der sich, die Hohladel 35 umgebend, bis zum Ventilsitz 46 fortsetzt. Der Druckraum 32 ist über einen im Ventilkörper 22, der Zwischenscheibe 20 und dem Ventilhaltekörper 17 verlaufenden Zulaufkanal 18 über die Hochdruckleitung 9 mit dem Hochdrucksammelraum 7 verbindbar. Die erste Reihe der Einspritzöffnungen 41 im Ventilsitz 46 ist so angeordnet, daß die Dichtkante 43 der Hohladel 35 die erste Reihe der Einspritzöffnungen 41 gegen den Druckraum 32 abdichtet, so daß bei Anlage der Hohladel 35 am Ventilsitz 46 keine Einspritzung von Kraftstoff erfolgt.

**[0013]** An ihrem brennraumabgewandten Ende liegt die Hohladel 35 an einem Federteller 50 an, der in einer in der Zwischenscheibe 20 ausgebildeten zentralen Öffnung 33 angeordnet ist. Die zentrale Öffnung 33 weist hierbei am Übergang des Ventilkörpers 22 zur Zwischenscheibe 20 einen geringeren Durchmesser auf als die Bohrung 30, so daß an der Zwischenscheibe 20 eine Anschlagschulter gebildet wird, die als Hubanschlag für die Hohladel 35 bei deren Öffnungshubbewegung dient. Der Federteller 33 ragt bis in einen im Ventilhaltekörper 17 ausgebildeten Federraum 52, in dem eine Schließfeder 55 unter Druckvorspannung angeordnet ist. Die Schließfeder 55 stützt sich hierbei brennraumabgewandt an einem Stützring 57 ab und mit ihrem brennraumzugewandten Ende am Federteller 50, so daß durch die Vorspannung der Schließfeder 55 eine Schließkraft auf die Hohladel 35 in Richtung auf den Ventilsitz 46 ausgeübt wird. Der Federraum 52 weist einen Leckölanschluß 53 auf, an den eine Leckölleitung 65 angeschlossen ist, so daß der Federraum 52 stets mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden und damit drucklos ist.

**[0014]** In der Hohladel 35 ist eine Ventilnadel in Form einer Innennadel 37 längsvorschreibbar geführt, die an ihrem brennraumzugewandten Ende eine konische Druckfläche 48 aufweist, die von einer Dichtkante 44 begrenzt wird. In Schließstellung der Innennadel 37 liegt die Dichtkante 44 am Ventilsitz 46 an und verschließt so die zweite Reihe der Einspritzöffnungen 42 gegen den Druckraum 32. Die Innennadel 37 geht an ihrem brennraumabgewandten Ende in eine Kolbenstange 61 über, die durch den Federteller 50 und den Federraum 52 bis in einen brennraumabgewandt zum Federraum 52 im Ventilhaltekörper 17 ausgebildeten Steuerraum 62 ragt. Im Steuerraum 62 ist ein Kolben 60 verschreibbar angeordnet, der dichtend im Steuerraum 62 geführt ist und becherförmig ausgeführt ist. Der Kolben 60 ist mit der Kolbenstange 61 verbunden, so daß er sich synchron mit der Innennadel 37 in Längsrichtung bewegt. Im Steuerraum 62 ist eine Schließfeder 64 angeordnet, die eine Druckvorspannung aufweist und die Innennadel 37 zusätzlich zu der hydraulischen Kraft, die durch den im Steuerraum 62 herrschenden Druck erzeugt wird, in Schließrichtung beaufschlägt.

**[0015]** Das Kraftstoffeinspritzsystem weist darüber hinaus einen Niederdrucksammelraum 72 auf, in dem ein vorgegebenes Kraftstoffdruckniveau aufrechterhalten wird, das deutlich unter dem Kraftstoffdruckniveau des Hochdrucksammelraums 7 liegt. Beispielsweise herrscht im Nieder-

drucksammelraum 72 ein Druck von höchstens etwa einem Fünftel des Drucks im Hochdrucksammelraum 7, der mehr als 100 MPa betragen kann. Von jedem Hochdruckventil 11 führt eine Absteuerleitung 70 in den Niederdrucksammelraum 72, so daß das Hochdruckventil 11 als 3/2-Wegeventil die Hochdruckleitung 9 vom Hochdrucksammelraum 7, die Hochdruckleitung 9 zum Kraftstoffeinspritzventil 15 und die Absteuerleitung 70 miteinander verbindet beziehungsweise trennt. Das Hochdruckventil 11 kann in zwei Schaltstellungen gefahren werden. In der ersten Stellung, die in Fig. 1 dargestellt ist, verbindet das Hochdruckventil 11 die vom Druckraum 32 des Kraftstoffeinspritzventils 15 kommende Hochdruckleitung 9 mit der Absteuerleitung 70, während die Verbindung zum Hochdrucksammelraum 7 verschlossen wird. In der zweiten Stellung des Hochdruckventils 11 wird der Hochdrucksammelraum 7 über die Hochdruckleitung 9 mit dem Druckraum 32 des Kraftstoffeinspritzventils 15 verbunden, während die Absteuerleitung 70 verschlossen wird. Die erste Stellung des Hochdruckventils 11 entspricht der Stellung, in der kein Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden soll, während die zweite Stellung während der Einspritzung von Kraftstoff geschaltet wird.

[0016] Der Niederdrucksammelraum 72 ist über eine Leckölleitung 76 mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden, wobei in der Leckölleitung 76 ein Druckhalteventil 74 angeordnet ist, so daß im Niederdrucksammelraum 72 stets ein vorgegebenes Kraftstoffdruckniveau aufrechterhalten wird. Vom Niederdrucksammelraum 72 führt eine Steuerleitung 80 zu einem Niederdruckventil 78, das als 3/2-Wegeventil ausgebildet ist. Nach dem Niederdruckventil 78 teilt sich die Steuerleitung 80 entsprechend der Anzahl der Kraftstoffeinspritzventile und mündet in den Steuerraum 62 des jeweiligen Kraftstoffeinspritzventils 15.

[0017] Ins Niederdruckventil 78 mündet darüber hinaus eine Leckölleitung 82, die mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden ist. In der ersten Stellung des Niederdruckventils 78, welche in der Fig. 1 dargestellt ist, wird die vom Steuerraum 62 kommende Steuerleitung 80 mit der Leckölleitung 82 verbunden, während die vom Niederdrucksammelraum 72 kommende Steuerleitung 80 verschlossen wird. Hierdurch wird der Steuerraum 62 mit dem Kraftstoffbehälter 1 verbunden und damit drucklos geschaltet. In der zweiten Stellung des Niederdruckventils 78 wird der Niederdrucksammelraum 72 mit dem Steuerraum 62 über die Steuerleitung 80 verbunden, während die vom Niederdrucksammelraum 72 verschlossen wird. Hierdurch liegt im Steuerraum 62 der Kraftstoffdruck des Niederdrucksammelraums 72 an. Für jedes Kraftstoffeinspritzventil 15 muß im erfundungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystem ein Hochdruckventil 11 vorhanden sein, jedoch ist für das gesamte Kraftstoffeinspritzsystem nur ein Niederdruckventil 78 nötig.

[0018] Das Kraftstoffeinspritzsystem arbeitet wie folgt: Im Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine wird nur relativ wenig Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Bei gegebenem Einspritzdruck soll somit nur ein Teil des gesamten Einspritzquerschnitts aufgesteuert werden. Hierzu wird das Niederdruckventil 78 in die zweite Position gefahren, so daß der Niederdrucksammelraum 72 mit dem Steuerraum 62 sämtlicher Kraftstoffeinspritzventile 15 verbunden ist, so daß eine hydraulische Kraft auf den Kolben 60 ausgeübt wird und die Kolbenstange 61 und damit die Innennadel 37 in Schließstellung gepreßt wird. Zu Beginn der Einspritzung wird das Hochdruckventil 11 in die zweite Position gefahren, so daß der Hochdrucksammelraum 7 über die Hochdruckleitung 9 und den Zulaufkanal 18 mit dem Druckraum 32 verbunden wird. Dadurch fließt Kraftstoff unter hohem Druck in den Druckraum 32 und übt

eine hydraulische Kraft auf die Druckschulter 39 der Hohlnadel 35 aus. Sobald diese hydraulische Kraft auf die Druckschulter 39 die Kraft der Schließfeder 55 übersteigt, bewegt sich die Hohlnadel 35 vom Ventilsitz 46 weg und hebt mit der Dichtkante 43 vom Ventilsitz 46 ab. Hierdurch wird der Druckraum 32 mit der ersten Reihe der Einspritzöffnungen 41 verbunden und Kraftstoff wird durch diese in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Da jetzt auch die Druckfläche 48 mit dem Kraftstoffdruck beaufschlägt wird, ergibt sich auch eine hydraulische Kraft auf die Innennadel 37 in Öffnungsrichtung. Jedoch wird diese hydraulische Kraft durch den Kraftstoffdruck im Steuerraum 62 kompensiert, so daß die Innennadel 37 in Schließstellung verharrt. Soll die Einspritzung beendet werden, wird das Hochdruckventil 11 in die erste Position zurückgefahrene, so daß die Verbindung zum Hochdrucksammelraum 7 unterbrochen wird. Der Druckraum 32 wird nun über den Zulaufkanal 18 und die Hochdruckleitung 9 mit der Absteuerleitung 70 und damit mit dem Niederdrucksammelraum 72 verbunden. Der Restdruck im Druckraum 32 wird nun in den Niederdrucksammelraum 72 entlastet, so daß sich ein Absteuerstrom in den Niederdruckraum 72 ergibt, der dort den Kraftstoffdruck erhöht. Sobald der Kraftstoffdruck im Niederdrucksammelraum 72 ein vorgegebenes Niveau überschreitet, öffnet das Druckhalteventil 74, und Kraftstoff strömt aus dem Niederdrucksammelraum 72 in den Kraftstoffbehälter 1 zurück. Durch den jetzt abfallenden Druck im Druckraum 32 vermindert sich auch die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 39, und bedingt durch die Kraft der Schließfeder 55 wird die Hohlnadel 35 zurück in die Schließstellung gepreßt und die Einspritzöffnungen 41 wieder verschlossen. Die durch die hohe Druckdifferenz zwischen Druckraum 32 und Federraum 52 auftretenden Leckölströme, die dem Federraum 52 zufließen, werden hierbei über die Leckölleitung 65 abgeführt, so daß im Federraum 52 das Kraftstoffdruckniveau des Kraftstoffbehälters 1 aufrechterhalten bleibt. Soll die Brennkraftmaschine mit Vollast betrieben werden, so werden beide Reihen von Einspritzöffnungen 41, 42 aufgesteuert. Hierfür wird das Niederdruckventil 78 in die erste Stellung geschaltet, so daß der Steuerraum 62 nun über die Steuerleitung 80 und die Leckölleitung 82 druckentlastet ist. Der erste Teil der Einspritzung folgt wie oben beschrieben im Teillastbetrieb, jedoch wird nun, nachdem die Hohlnadel 35 in Öffnungsstellung gefahren ist, durch Druckbeaufschlagung der Druckfläche 48 auch die Innennadel 37 in Öffnungsstellung gefahren, so daß auch die zweite Reihe Einspritzöffnungen 42 freigegeben werden und Kraftstoff aus dem Druckraum 32 durch den gesamten Einspritzquerschnitt eingespritzt wird. In dieser Betriebsart wirkt auf die Innennadel 37 nur die Kraft der Schließfeder 64, so daß der hydraulische Druck auf die Druckfläche 48 für eine Öffnungshubbewegung nun ausreicht. Das Ende der Einspritzung erfolgt wie oben beschrieben durch das Schalten des Hochdruckventils 11.

[0019] In Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kraftstoffeinspritzsystems gezeigt, wobei hier nur ein Ausschnitt im Bereich des Niederdruckventils 78 dargestellt ist. Das Niederdruckventil 78 arbeitet in diesem Ausführungsbeispiel wie bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel, jedoch ist hier in der Leckölleitung 82 ein Druckhalteventil 84 angeordnet. In der ersten Stellung des Niederdruckventils 78, die in der Fig. 3 dargestellt ist, wird der Steuerraum 62 nicht vollständig druckentlastet, sondern es bleibt ein Restdruck bestehen, der vom Druckhalteventil 84 bestimmt wird. Durch eine geeignete Auslegung kann man erreichen, daß dieser hydraulische Restdruck eine Kraft auf den Kolben 60 ausübt, der der Kraft der Schließfeder 64 entspricht, so daß die Schließfeder 64 entfallen kann. Anstatt

der Schließfeder 64 wird also eine sogenannte Ölgefeder eingesetzt.

[0020] Der Niederdrucksammelraum 72 wird ausschließlich über den Absteuerstrom der Kraftstoffeinspritzventile 15 mit Kraftstoff in ausreichendem Druck versorgt. Eine weitere Kraftstoffdruckquelle, etwa in Form einer zusätzlichen Kraftstoffpumpe, kann somit entfallen. Da alle Kraftstoffeinspritzventile 15 der Brennkraftmaschine mit dem Niederdrucksammelraum 72 verbunden sind, läßt sich die Betriebsart, also Teillast- oder Vollastbetrieb, für alle Kraftstoffeinspritzventile 15 synchron durch entsprechendes Schalten des Niederdruckventils 78 bestimmen.

#### Patentansprüche

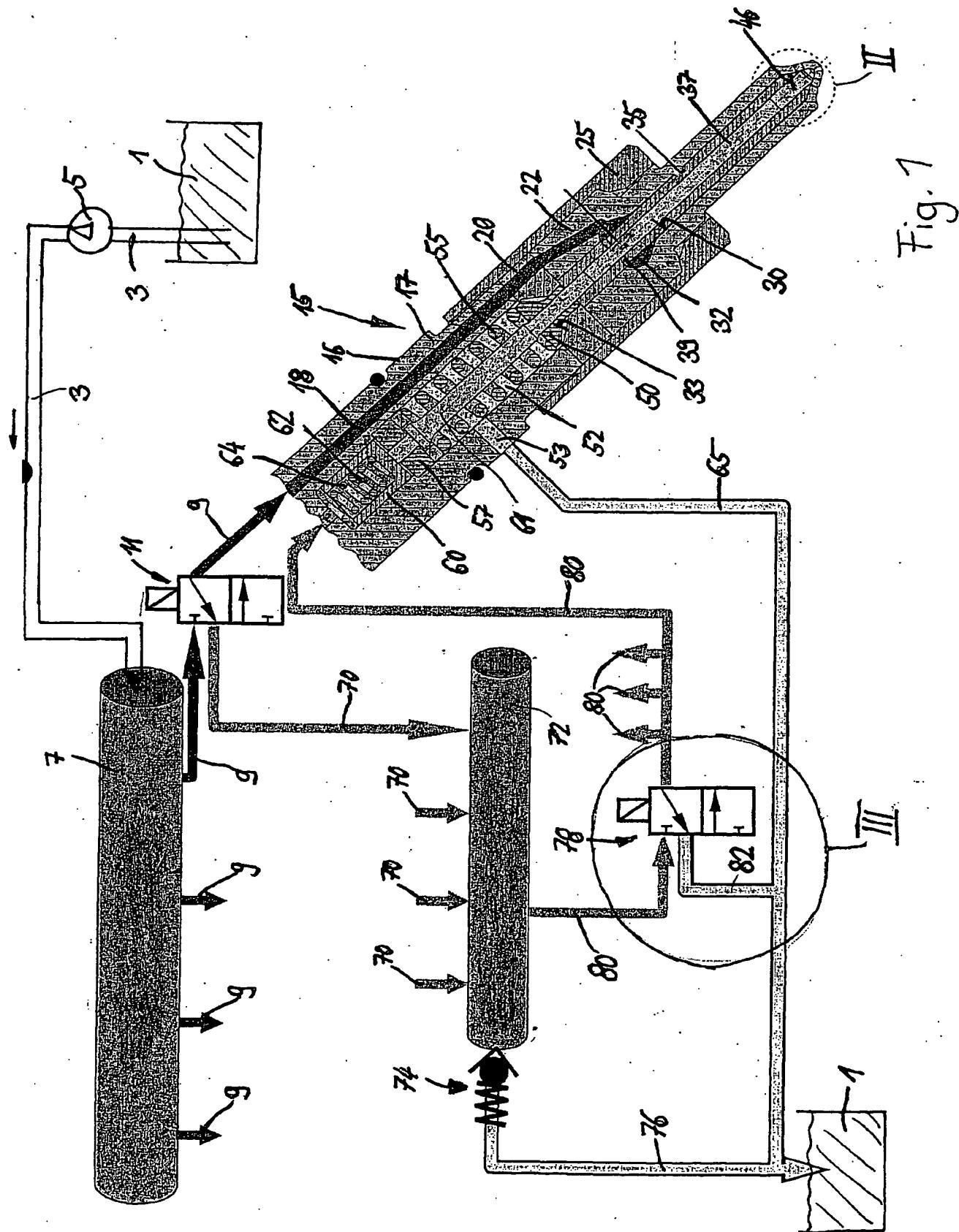
1. Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einem Hochdrucksammelraum (7), in dem Kraftstoff unter hohem Druck gehalten wird, und mit wenigstens einem Kraftstoffeinspritzventil (15), das mit dem Hochdrucksammelraum (7) verbunden ist und durch das der unter hohem Druck stehende Kraftstoff durch Einspritzöffnungen (41, 42), die einen Einspritzquerschnitt bilden, in einen Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, und mit einem Steuerraum (62), der durch einen längsverschiebbaren Kolben (60) begrenzt wird und mit dem Kraftstoffeinspritzventil (15) wirkverbunden ist, so daß der Einspritzquerschnitt des Kraftstoffeinspritzventils (15) abhängig vom hydraulischen Druck im Steuerraum (62) gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein Niederdrucksammelraum (72) mit dem Steuerraum (62) verbindbar ist, wobei im Niederdrucksammelraum (72) ein vorgegebener Kraftstoffdruck aufrecht erhalten wird, der niedriger ist als der im Hochdrucksammelraum (7).
2. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als ein Kraftstoffeinspritzventil (15) im Kraftstoffeinspritzsystem vorhanden ist, wobei für jedes Kraftstoffeinspritzventil (15) ein Steuerraum (62) vorhanden ist, der mit dem Niederdrucksammelraum (72) verbunden ist.
3. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Einspritzöffnungen (41; 42) wenigstens eine Ventilnadel (35; 37) in einer Bohrung (30) des Kraftstoffeinspritzventils (15) entgegen einer Schließkraft längsverschiebbar angeordnet ist und eine Druckfläche (39; 48) aufweist, die in einem mit dem Hochdrucksammelraum (7) verbibaren Druckraum (32) angeordnet ist, so daß die Ventilnadel (35; 37) durch den Druck im Druckraum (32) entgegen der Schließkraft längsverschiebbar ist, wobei die Ventilnadel (35; 37) mit dem Kolben (60) verbunden ist.
4. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Ventilnadeln (35; 37) im Kraftstoffeinspritzventil (15) angeordnet sind, wobei eine Ventilnadel als Hohlnadel (35) ausgebildet ist und eine Ventilnadel als eine in der Hohlnadel (35) geführte Innennadel (37), wobei eine der Ventilnadeln (35; 37) mit dem Kolben (60) verbunden ist.
5. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlnadel (35) und die Innennadel (37) jeweils nur einen Teil der Einspritzöffnungen (41, 42) steuern.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Ventilnadel (35; 37) über eine Kolbenstange (61) mit dem Kolben (60) verbunden ist.

7. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hochdrucksammelraum (7), der Niederdrucksammelraum (72) und der Druckraum (32) so mit einem Hochdruckventil (11) verbunden sind, daß in einer ersten Stellung des Hochdruckventils (11) der Hochdrucksammelraum (7) mit dem Druckraum (32) verbunden ist während die Verbindung zum Niederdrucksammelraum (72) verschlossen ist, und in einer zweiten Stellung des Hochdruckventils (11) der Niederdrucksammelraum (72) mit dem Druckraum (32) verbunden ist, während die Verbindung zum Hochdrucksammelraum (7) verschlossen ist.
8. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdrucksammelraum (72), ein druckloser Kraftstoffbehälter (1) und der Steuerraum (62) so mittels eines Niederdruckventils (78) verbunden sind, daß in einer ersten Stellung des Niederdruckventils (78) der Kraftstoffbehälter (1) mit dem Steuerraum (62) verbunden ist, während die Verbindung zum Niederdrucksammelraum (72) verschlossen ist, und in einer zweiten Stellung des Niederdruckventils (78) der Niederdrucksammelraum (72) mit dem Steuerraum (62) verbunden ist, während die Verbindung zum Kraftstoffbehälter (1) verschlossen ist.
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffbehälter (1) mit dem Niederdruckventil (78) über eine Leckölleitung (82) verbunden ist, in welcher Leckölleitung (82) ein Druckhalteventil (84) angeordnet ist, so daß der Kraftstoffdruck im Steuerraum (62) in der ersten Stellung des Niederdruckventils (78) einen vorgegebenen Druck nicht überschreitet.
10. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Niederdrucksammelraum (72) über ein Druckhalteventil (74) mit dem Kraftstoffbehälter (1) verbunden ist, so daß ein vorgegebener Druckniveau im Niederdrucksammelraum (72) nicht überschritten wird.
11. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kraftstoffdruck im Niederdrucksammelraum (72) stets weniger als etwa ein Fünftel des Kraftstoffdrucks im Hochdrucksammelraum (7) beträgt.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---



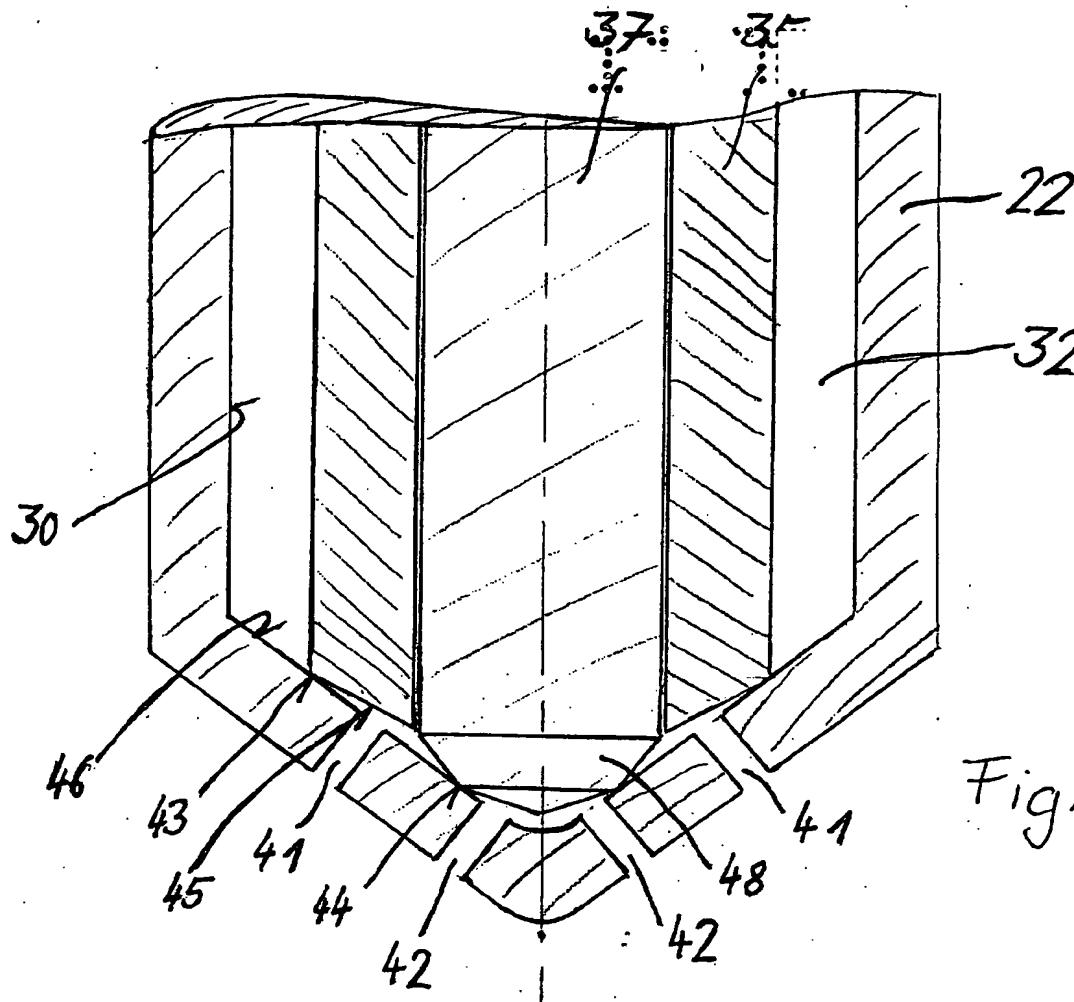


Fig. 2

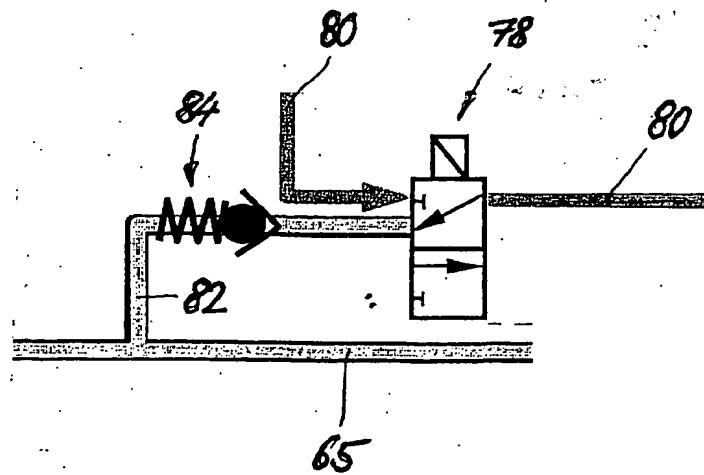


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**